

Identificação de estradas em imagens SAR aerotransportadas: Uma abordagem baseada em Mapas Auto-Organizáveis

Rodolfo G. Lotte¹, Cláudia M. de Almeida², Sidnei J. S. Sant'Anna³,
Corina C. Freitas³, José Demísio S. da Silva¹⁺

¹Laboratório Associado de Matemática e Computação Aplicada - LAC

²Divisão de Sensoriamento Remoto - DSR

³Divisão de Processamento de Imagens - DPI

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Caixa Postal 515 – 12.227-010 – São José dos Campos – SP – Brasil

rodolfo.lotte@inpe.br, almeida@dsr.inpe.br, sidnei@dpi.inpe.br,

corina.freitas@gmail.com

Abstract. *The great advantage the radar images employment has been the possibility of surveying areas often covered by clouds, since the imaging by active sensors is independent of atmospheric conditions in the region of interest. Often, the mapping from these images have been done manually, requiring considerable time and effort. This article discusses the use of Self-Organizing Maps - SOM as a method of identifying roads in SAR images. Each point represents an identified element belonging to a road. We will present a pruning algorithm for points incorrectly scored, as a strategy to increase the accuracy of the results.*

Resumo. *A grande vantagem na utilização de imagens de radar é a possibilidade de levantamento em áreas frequentemente recobertas por nuvens, uma vez que o imageamento por sensores ativos independe das condições atmosféricas presentes na região de interesse. Muitas vezes, o mapeamento a partir dessas imagens é realizado manualmente, exigindo tempo e esforço consideráveis. O presente artigo aborda a utilização dos Mapas Auto-Organizáveis - SOM como método de identificação de estradas em imagens SAR. Cada ponto identificado representa um elemento pertencente a uma estrada. Será apresentado um algoritmo de poda para os pontos marcados incorretamente, como estratégia para o aumento da precisão dos resultados.*

Palavras-chave: *extração de estradas, imagem de radar, sementeção automática, kohonen.*

1. Introdução

O uso de imagens de radar (*Radio Detection and Ranging*) para o reconhecimento de padrões terrestres e o levantamento de informações acerca de mudanças nos alvos da superfície vem sendo muito utilizado em diferentes áreas de aplicação, tais como: geologia, hidrologia, oceanografia, cartografia e outras. Existem fatores que são considerados como obstáculos na formação de imagens óticas. No entanto, alguns desses fatores são desprezíveis no imageamento por radar, tais como nuvens, horário do dia, sombras causadas por grandes edifícios e árvores. Desta forma, a aquisição da imagem é possível em qualquer horário do dia, sob quaisquer condições de tempo, necessitando somente de condições propícias de sobrevoo.

O propósito deste trabalho é abordar o método de Semeação Automática para a identificação de pontos que caracterizam a passagem de uma estrada em uma imagem SAR (*Synthetic Aperture Radar*), utilizando para isto os Mapas Auto-Organizáveis. Embora a identificação dos pontos possa apresentar resultados satisfatórios, o reconhecimento pode ainda apresentar muitos erros de comissão e omissão. Desta forma, será apresentado um algoritmo de poda onde é selecionado somente aqueles pontos de interesse e os demais eliminados.

As imagens obtidas por radar são caracterizadas, na maioria das vezes, pelo *speckle*. O ruído é caracterizado por um aspecto granuloso nas imagens SAR, o que muitas vezes dificulta a interpretação dos alvos.

2. Semeação Automática

O método de semeação automática não é necessariamente um método de extração, mas sim um grande auxiliador neste processo. Ele possibilita identificar os pontos que caracterizam a passagem de uma estrada na imagem. Para tanto, será utilizado um método de classificação utilizando métricas em Redes Neurais Artificiais (RNA), que são características por simular, computacionalmente, os comportamentos e a aprendizagem humana.

Nos Mapas Auto-Organizáveis (*Self-Organizing Maps - SOM*), ou simplesmente rede de Kohonen [Kohonen 1982], a aprendizagem ocorre obtendo-se a localização do neurônio vencedor, isto é, suas coordenadas cartesianas no mapa. Este processo é realizado obtendo-se o neurônio com menor valor, segundo a norma euclidiana em relação aos padrões de entradas.

No treinamento da rede SOM deste trabalho, foram utilizados nove padrões de entrada. Os oito primeiros padrões correspondem a uma determinada orientação do perfil claro de uma estrada, e um último padrão representa o padrão não referente a estradas.

3. Resultados

Para a realização dos experimentos, foi adotado um recorte de uma imagem SAR (513x513 *pixels*), que recobre a região de Paragominas no estado do Pará, com resolução radiométrica de 8 *bits* e espacial de 2,5 metros na banda P. A imagem foi adquirida com o sensor OrbiSAR no período de aerolevantamento entre 11 de fevereiro de 2007 e 13 de março de 2007, com altitude de 11.000 m (Figura 1). Para a janela de cada padrão, foi definida a dimensão de 19x19 *pixels*.

É estabelecida uma grade da mesma dimensão que os padrões de treinamento, de forma que ela seja varrida na imagem em saltos pré-definidos. Os valores de cada quadrante lido são atribuídos como entrada para a rede. Os pontos que caracterizam a presença de uma estrada foram sinalizados de acordo com a distância euclidiana entre o neurônio vencedor (do respectivo padrão apresentado) e cada centro dos oito padrões que caracterizam uma estrada. A partir deste cálculo, pode-se analisar se o padrão está dentro do raio de pertinência dos aglomerados de interesse. Foram definidos alguns valores *ad-hocs*, tais como variável de aprendizado, limiar de distância euclidiana, número de épocas e número de neurônios na camada de saída, sendo os valores 0,05, 260, 2.000 e mapa de saída de 60x60 neurônios, respectivamente. Tais valores baseou-se em dados experimentais.

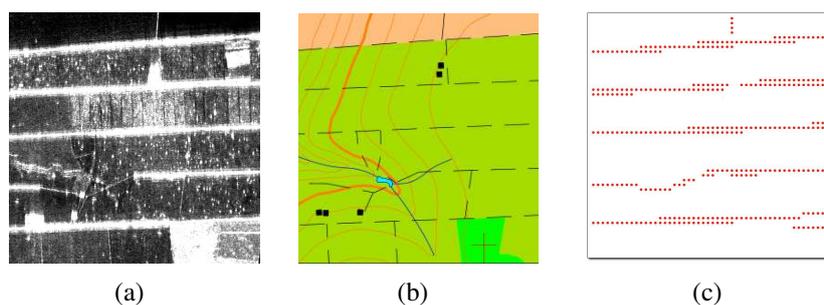


Figura 1. Imagem utilizada nos experimentos: (a) Recorte da imagem SAR (Banda P). (b) Referência cartográfica.

Fonte: Orbisat [Orbisat 2010].

Muitos dos pontos são marcados incorretamente, grande parte, em função dos ruídos presente na imagem. Como estratégia para a eliminação destes pontos, foi desenvolvido um algoritmo de poda com o objetivo de separar todos os pontos que formam segmentos retos e contínuos.

Para a validação do método apresentado neste trabalho, foi adotado as medidas de desempenho abordada por Harvey [Harvey 1999]. Em que é definido um modelo de referência, e a partir deste, obtêm-se os valores de desempenho do método. Seguindo o mesmo conceito, define-se um modelo de referência para a identificação dos pontos (Figura 1(c)). Visualizando a Tabela 1 e a Figura 2, observa-se que a porcentagem de correção aumen-

Tabela 1. Medida de desempenho do processo

	Antes da poda		Após poda	
	Padrão Cheio	Padrão Interc.	Padrão Cheio	Padrão Interc.
Perfeição	0,75	0,94	0,73	0,92
Correção	0,64	0,54	0,84	0,92
Qualidade	0,70	0,77	0,78	0,92

tou consideravelmente após o processo de poda, comprovando a eficiência do método quanto ao aumento da precisão dos resultados, e consequentemente, sua qualidade. Na Figura 2 são apresentados os resultados para duas diferentes varreduras na imagem, ou seja, saltos com padrão cheio e intercalado. Foram realizados saltos distintos afim de observar a qualidade dos resultados para posterior utilização de um método de extração. Um exemplo de método de extração que necessita de pontos pré-estipulados é o método *Snakes* [Kass et al. 1987].

4. Conclusão

O presente artigo apresentou a utilização dos mapas auto-organizáveis como abordagem na sementeção automática de estradas em uma imagem SAR aerotransportada. Os resultados apresentados indicam eficiência na utilização da rede SOM como classificador de dados, e portanto, um bom método na sementeção automática de estradas em imagens de radar. O processo de identificação foi realizado sem a necessidade de qualquer pré-processamento na imagem, tais como filtros suavizadores e filtros de realce.

O processo de identificação apresentou uma taxa muito grande de erros em face das características da imagem SAR. Esse comportamento é considerado normal, uma vez que

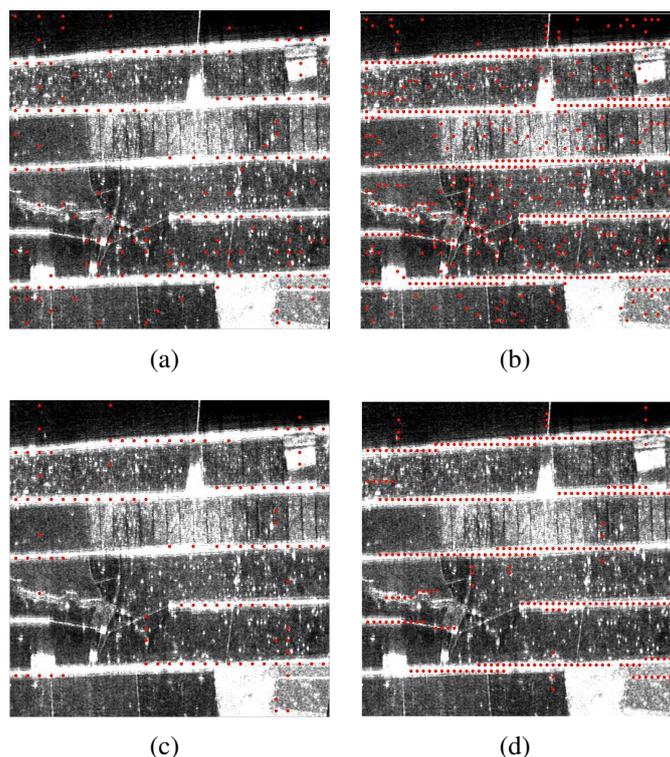


Figura 2. Resultados do modelo padrão cheio e padrão intercalado (Tabela 1):(a) Antes da poda - padrão cheio. (b) Antes da poda - padrão intercalado. (c) Após poda - padrão cheio. (d) Após poda - padrão intercalado.

não foi realizado qualquer pré-processamento na imagem. Em função destes erros, foi apresentado um algoritmo de poda que possibilitou aumentar a precisão do processo de identificação, e, portanto, uma boa estratégia para resolução deste problema.

Dedicatória

Ao professor, orientador e grande amigo Dr. José Demísio Simões da Silva, que apesar de nos deixar uma enorme saudade, deixa também seus ensinamentos, ética, profissionalismo, humor e amizade. Elementos que o fizeram tão querido por nós, amigos do INPE.

Referências

- Harvey, W. A. (1999). Performance evaluation for road extraction. *In Proceedings of the ISPRS Workshop on 3D Geospatial Data Production: Meeting Application Requirements*.
- Kass, M., Witkin, A., e Terzopoulos, D. (1987). Snakes: Active contour models. *International Journal of Computer Vision*, 1(4):321–331.
- Kohonen, T. (1982). Self-organized formation of topologically correct feature maps. *Biological Cybernetics*, 43:59–69.
- Orbisat (2010). Orbisat da amazônia ind. e aerolevantamento s.a. Imagem da cidade de Paragominas (PA) e entorno 2007. Imagem de radar de abertura sintética aerotransportado. Sensor OrbiSAR. Aquisição entre 11 fev. 2007 e 13 mar. 2007. Bandas X e P. CD-ROM, 2010.